

Japanese Patent Laid-open Publication No. HEI 8-195044 A

Publication date: July 30, 1996

Applicant: FUJITSU LIMITED

Title: Position Signal Demodulation Method and Position Sensitivity Determination

5 Method

(57) [Abstract]

[Object] To generate a position signal correctly even if a track number is read erroneously. Also to determine position sensitivity precisely.

- 10 [Configuration] A head position signal is generated by using two signals PosN, PosQ of triangular waveforms which are shifted one another by one-quarter in phase obtained by reading a signal pattern from a medium by a head 41, and the track number. That is, a position signal generation section 51a demodulates the position signal for the head taking into consideration which absolute value of PosN, PosQ is
- 15 larger than the other, signs of PosN, PosQ, the track number and an erroneous reading of that track number. A position sensitivity determination section 51b generates a sum signal of PosN, PosQ ($\text{PosN} + \text{PosQ}$) and/or a difference signal thereof ($\text{PosN} - \text{PosQ}$), positions the head at a point on the track where absolute values of PosN, PosQ are equal using at least either the sum signal or difference
- 20 signal, measures a sum signal of the absolute values of PosN, PosQ at the time, and determines a position sensitivity assuming that measured value as a set value.

[0023] (b) Determination of Position Sensitivities

- The position sensitivity determination section 51b generates a sum signal of signals
- 25 PosN, PosQ ($\text{PosN} + \text{PosQ}$) and/or a difference signal thereof ($\text{PosN} - \text{PosQ}$),

positions the head at a point on the track where absolute values of signals PosN, PosQ are equal using at least either the sum signal or difference signal, measures a sum signal of the absolute values of signals PosN, PosQ at the time

$$| \text{PosN} | + | \text{PosQ} |$$

- 5 and determines the position sensitivity assuming that measured value as a set value.

In this process, a saturation voltage as of when the head is positioned at a point where either signal PosN or signal PosQ becomes saturated is measured. Then an

examination is carried out to see whether or not the absolute value of signal PosN or signal PosQ as of when the head is positioned at the point on the track where the

- 10 absolute values of signals PosN, PosQ become equal is approximately equal to said saturation voltage, and in case of being approximately equal, a sum signal of the absolute values of signals PosN, PosQ at the time

$$| \text{PosN} | + | \text{PosQ} |$$

will not be used in the position sensitivity determination.

- 15 [0024] Through the constitution described above, the position sensitivity can be determined precisely and therefore positioning accuracy can be improved. Also the position sensitivity can be determined precisely even if signals PosN, PosQ saturate by excluding values near the saturation. Positioning accuracy can be improved as the position signal for the head is generated by using a value obtained by multiplying signal
- 20 PosN and signal PosQ by a position sensitivity then adjusting it. A process of a position signal generation using signals PosN, PosQ and the track number is carried out in parallel with the process of the position sensitivity determination. Therefore, even if a head position moved into a saturation region or otherwise missed a target track, the head can be returned to its expected position by means of that position signal
- 25 and the process of the position sensitivity determination can be continued.

[0025] In addition, the position sensitivity determination is performed with a head position control system of a file device being configured to operate stably with respect to a gain variation and being returned to the normal state of the head position control system after the position sensitivity determination is complete. Therefore, even when
5 the gain varies significantly during position sensitivity determination control, control for determining the position sensitivity can be continued. A determined position sensitivity is stored in a fixed storage section which maintains its storage even when a power supply is removed and that position sensitivity will be read when the file device starts up to adjust signal PosN and signal PosQ. Consequently, once a position
10 sensitivity has been determined, then control for determining position sensitivities can be omitted.

[0026] In addition, a track is divided into multiple sections, position sensitivities are measured and stored for each section, and signal PosN and signal PosQ are adjusted using the position sensitivity corresponding to the track position. Therefore, an
15 accurate position control is possible as signals PosN, PosQ can be adjusted using a position sensitivity depending on a head position. In this process, position sensitivities measured for each section on a given medium are stored, a position sensitivity is measured at a specified section in a target file device, a difference between the measured position sensitivity and the stored position sensitivity of said section is
20 calculated, stored position sensitivities of other sections are translated by that difference, and position sensitivities at each section in the target file device are obtained. Consequently, control for determining position sensitivities can be completed easily in a short time.

[Description of Signs]

41 .. Head

42 .. Voice coil motor VCM

51 .. Microcontroller unit MCU

5 51a .. Position signal generation section

51b .. Position sensitivity determination section

51c .. Signal adjustment section

55 .. Read/write circuit

10 [Figure 1]

Diagram showing a principle of the present invention

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-195044

(43) 公開日 平成8年(1996)7月30日

(51) Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 21/08	E	9058-5D		
21/10	R	8425-5D		

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平7-4011

(22) 出願日 平成7年(1995)1月13日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(72) 発明者 高石 和彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 斉藤 千幹

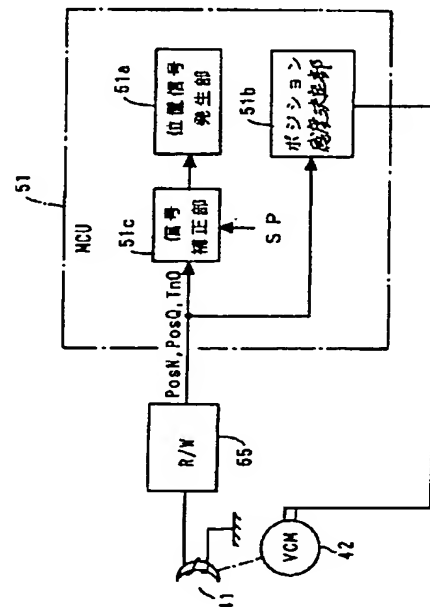
(54) 【発明の名称】 位置信号復調方法及びポジション感度決定方法

(57) 【要約】

【目的】 トラック番号を読み誤っても正しく位置信号を発生する。又、正確にポジション感度を決定する。

【構成】 ヘッド41により媒体状の信号パターンを読み取って得られる三角波状の互いに4分の1だけ位相がずれた2つの信号 PosN, PosQ及びトラック番号を用いてヘッド位置信号を発生する。すなわち、位置信号発生部51aは PosN, PosQの絶対値の大小、PosN, PosQの符号、トラック番号及び該トラック番号の誤読み取りを考慮してヘッドの位置信号を復調する。又、ポジション感度決定部51bは、PosN, PosQの和信号 (PosN+PosQ) 及び又は差信号 (PosN-PosQ) を発生し、和信号及び差信号の少なくとも一方の信号を用いてPosN, PosQの絶対値が等しくなるトラック上の地点にヘッドを位置決めし、その時の PosN, PosQの絶対値の和信号を測定し、該測定値が設定値となるようにポジション感度を決定する。

本発明の原理説明図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 媒体上にヘッド位置決め用の信号パターンとトラック番号を記録しておき、ヘッドにより該信号パターンを読み取って得られる三角波状の互いに 4 分の 1 だけ位相がずれた 2 つの信号 PosN, PosQ 及びトラック番号を用いてヘッド位置信号を発生するファイル装置の位置信号復調方法において、

信号 PosN, PosQ の絶対値の大小、信号 PosN, PosQ の符号、トラック番号及び該トラック番号の誤読み取りを考慮してヘッドの位置信号を復調する論理を作成し、該論理に基づいてヘッド位置信号を復調する位置信号復調方法。

【請求項 2】 信号 PosN の絶対値が信号 PosQ の絶対値より小さい場合には、①信号 PosN の極性を信号 PosQ の極性がプラスの時に反転させてトラック番号に加算して位置信号を発生し、②信号 PosQ の極性がマイナスの時には反転せずに、トラック番号に加算して位置信号を発生し、③又、トラック番号の誤読み取りを検出した時は、前記位置信号を信号 PosN, PosQ の符号に応じて 1 増減し、あるいは 1 減少して位置信号を発生し、信号 PosQ の絶対値が信号 PosN の絶対値より小さい場合には、信号 PosQ にトラック番号の偶数、奇数に応じて 0.5 又は -0.5 を加算し、加算により得られた信号の極性を信号 PosN がプラスの時には反転せず、マイナスの時に反転してトラック番号に加算して位置信号を発生することを特徴とする請求項 1 記載の位置信号復調方法。

【請求項 3】 前記信号 PosN 及び信号 PosQ にポジション感度を乗算して補正した値を用いて位置信号を発生する請求項 1 又は請求項 2 記載の位置信号復調方法。

【請求項 4】 媒体上にヘッド位置決め用の信号パターンとトラック番号を記録しておき、ヘッドにより該信号パターンを読み取って得られる三角波状の互いに 4 分の 1 だけ位相がずれた 2 つの信号 PosN, PosQ にポジション感度を乗算した信号及びトラック番号を用いてヘッド位置信号を発生するファイル装置のポジション感度決定方法において、

信号 PosN, PosQ の和信号 (PosN+PosQ) 及び又は差信号 (PosN-PosQ) を発生し、和信号及び差信号の少なくとも一方の信号を用いて信号 PosN, PosQ の絶対値が等しくなるトラック上の地点にヘッドを位置決めし、その時の信号 PosN, PosQ の絶対値の和信号

$$|PosN| + |PosQ|$$

を測定し、

該測定値が設定値となるようにポジション感度を決定することを特徴とするポジション感度決定方法。

【請求項 5】 前記信号 PosN 及び信号 PosQ にポジション感度を乗算して補正した値を用いてヘッドの位置信号を発生する請求項 4 記載のポジション感度決定方法。

【請求項 6】 前記信号 PosN 及び信号 PosQ の一方が飽

和する地点にヘッドを位置決めした時の飽和電圧を測定し、

信号 PosN, PosQ の絶対値が等しくなるトラック上の地点にヘッドを位置決めしたときの信号 PosN または信号 PosQ の絶対値が前記飽和電圧に略等しいか調べ、略等しい場合には、その時の信号 PosN, PosQ の絶対値の和信号

$$|PosN| + |PosQ|$$

をポジション感度の決定に使用しないことを特徴とする請求項 4 記載のポジション感度決定方法。

【請求項 7】 前記ポジション感度の決定処理と並行して、信号 PosN, PosQ 及びトラック番号を用いて位置信号を発生する処理を行ない、

ヘッド位置がずれた場合、該位置信号によりヘッドを所期位置に戻すことを特徴とする請求項 4 記載のポジション感度決定方法。

【請求項 8】 ゲイン変動に対して安定に動作するようにファイル装置のヘッド位置制御系を構成してポジション感度の決定を行ない、

ポジション感度決定後に通常のヘッド位置制御系に戻すことを特徴とする請求項 4 記載のポジション感度決定方法。

【請求項 9】 決定したポジション感度を電源が切断されても記憶状態を保持する固定記憶部に記憶し、ファイル装置の起動時に該ポジション感度を読み出して信号 PosN 及び信号 PosQ を補正することを特徴とする請求項 5 記載のポジション感度決定方法。

【請求項 10】 トラックを複数の区画に分割し、各区画毎にポジション感度を測定して記憶し、

トラック位置に応じたポジション感度を用いて信号 PosN 及び信号 PosQ を補正することを特徴とする請求項 5 記載のポジション感度決定方法。

【請求項 11】 所定の媒体について測定した各区画毎のポジション感度を記憶しておき、

対象ファイル装置の所定区画におけるポジション感度を測定し、

測定したポジション感度と記憶してある前記区画のポジション感度の差を演算し、

記憶してある他の区画のポジション感度を該差分平行移動して対象ファイル装置の各区画におけるポジション感度を求める請求項 10 記載のポジション感度決定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はファイル装置における位置信号復調方法及びポジション感度決定方法に係わり、特に媒体上にヘッド位置決め用の信号パターンを記録しておき、ヘッドにより該信号パターンを読み取って得られる三角波状の互いに 4 分の 1 だけ位相がずれた 2 つの信号 PosN, PosQ を用いてヘッド位置信号を発生する位置信号復調方法及び該信号 PosN, PosQ を補正するため

のポジション感度決定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光ディスク装置、磁気ディスク装置等のファイル装置においては、ヘッドをディスク上の所定位置に位置決めしてデータのリード／ライトを行なうようになっている。図21は磁気ディスク装置の構成図であり、11はカバー、12はベースである。スピンドル機構13には所定枚数の記録媒体である磁気ディスク14が所定間隔で並設されて取り付けられ、磁気ディスク14の近傍には、回転軸（シャフト）15により回転自在に構成されたアクチュエータアセンブリ16が設けられている。アクチュエータアセンブリ16は、回転軸15に関して一方が駆動部（アクチュエータ）17、他方がキャリッジアーム18となっており、駆動部17にはボイスコイルモータを構成するボイスコイル19が設けられている。キャリッジアーム18は磁気ディスク14の枚数に応じた数が設けられ、その先端取付け部20の両面又は片面に磁気ヘッドアセンブリ21が装着され、磁気ヘッド22を磁気ディスク14の半径方向所定位置に位置決めするようになっている。

【0003】磁気ディスク14のディスク面には多数のトラックが形成され、各トラックは複数のセクタに分割されている。それぞれのセクタは図22に示すようにサーボ領域SVAとデータ領域DTAを備え、サーボ領域SVAにはセクタマーク（サーボマーク）SM、トラック番号TNO.、位置情報パターンPPTが記録されている。ヘッドが半径方向に移動しながら読み取った位置情報パターン信号（ヘッド出力）を復調部に通すことにより、図23の実線で示すようにトラックを横切る方向に交番する $\pi/2$ （トラック幅の1/2であり、1周期2トラックとすると1/4トラック）位相のずれた2つの三角波状の信号PosNとPosQが得られる。又、PosN、PosQ及びこれらの反転信号*PosN、*PosQを順に選択することにより鋸波状の位置偏差信号（トラック中心からのオフセット信号）Paを発生することができる。

【0004】図24はヘッドを目標位置に位置決めするためのサーボ回路の構成図である。13はスピンドルモータ、14はスピンドルモータにより回転される磁気ディスク、19は磁気ヘッドを半径方向に移動させる回転型のボイスコイルモータ（VCM）、22は磁気ディスク14のデータをリード／ライトする磁気ヘッド、23は磁気ヘッド22が読み取った信号レベルを一定にするAGC回路である。24は位置信号復調部であり、磁気ヘッド22が読み取った位置情報パターン信号より2つの互いに $\pi/2$ 位相が異なる信号PosN、PosQを復調して出力する。25は復調部から出力される信号PosN、PosQをデジタル値に変換するADコンバータ、26は後述するサーボ制御を行なって、VCMを駆動するための電流指令値を出力するマイクロ・コントローラ・ユニット

（MCU）、27はデジタルの電流指令値をアナログに

変換するDAコンバータ、28はVCM駆動回路である。尚、AGC回路23、位置復調部24、AD変換器25はリード／ライト回路を構成する。

【0005】MPU26は内蔵のファームウェアによりサーボ制御を行なって、VCMを駆動するための電流指令値を出力する。ファームウェアの処理を機能的に分割してブロック化した構成が図24には示されている。26aは信号PosN、PosQ及びトラック番号を用いてヘッドの現トラック位置を検出する位置検出部、26bは信号PosN、PosQを微分して実速度Vaを検出する速度検出部、26cはヘッドの現トラック位置と目標トラック位置までのトラック数に基づいて所定の指令速度Vcを出力する指令速度発生部、26dは指令速度Vcと実速度Vaの差信号Vdを出力する速度差演算部、26eは信号PosN、PosQ及びこれらの反転信号*PosN、*PosQを順に選択して図23（B）に示すオフセット信号（位置偏差信号）Paを出力する信号選択部、26fはヘッドが目標トラック上に到達するまで速度差演算部26dから出力される速度偏差信号Vdに応じた電流指令値を出力し、ヘッドが目標トラック上にきたとき、位置偏差信号Paに応じた電流指令値を出力する切り替え部である。26gはポジション感度決定モードにおいて信号PosN、PosQを用いてポジション感度Spを決定するポジション感度決定部である。ポジション感度決定部26gで得られたポジション感度Spを通常の位置決め制御時に信号PosN、PosQに乘算して該信号PosN、PosQの信号振幅を補正する。尚、ポジション感度SpをAGC回路23aに入力して信号PosN、PosQの振幅を補正することもできる。

【0006】目標トラックが入力されると、指令速度発生部26cは現トラック位置から目標トラック位置までのトラック数に基づいて指令速度Vcを発生する。切り替え部26fは速度偏差信号Vdを選択し、ボイスコイルモータ19の電流指令値として出力する。該電流指令値はDA変換された後、ボイスコイルモータ19に入力する。これにより、ボイスコイルモータ19は回転を開始し、ヘッド22を目標トラックに向けて指令速度で移動させる。ヘッド22は移動しながらサーボ領域に記録されている位置情報パターン信号PPTを読み取って出力する。位置情報パターンPPTの読み取り信号（ヘッド出力）は位置信号復調部24に入力され、信号PosN、PosQが復調されてMCU26に入力する。この信号PosN、PosQ、トラック番号を用いて、位置検出部26aはヘッドの現トラック位置を更新し、速度検出部26bはヘッドの実速度を検出し、又、信号選択部26eは位置偏差信号Paを出力する。

【0007】指令速度発生部26cは再び現トラック位置から目標トラック位置までのトラック数に基づいて指令速度Vcを発生し、速度差演算部26dは指令速度と実速度の差である速度偏差信号Vdを出力する。切り替

え部 26 f は速度偏差信号 V d を選択して出力し、以後、前述と同様の動作が繰り返されてヘッドは目標トラックに接近する。ヘッドが目標トラック上に到来すると、切り替え部 26 f は速度制御から位置制御に切り替え、信号選択部 26 e から出力される位置偏差信号 P a を選択し、電流指令値として出力する。該電流指令値は D A 変換された後、ボイスコイルモータ 19 に入力する。これにより、ボイスコイルモータ 19 はヘッドをトラック中心に位置させるように回転する。以後、位置偏差信号 P a による位置決め制御が行なわれ、最終的にヘッドは目標トラックの中心に位置決めされる。そして、以後、トラック中心にヘッドが位置するようにトラッキングサーボ制御が行なわれる。

【0008】以上では、あたかも連続的にサーボ制御が行なわれるように説明したが、実際は、MCU 26 は所定のサンプリング時間毎に離散的に上記サーボ制御を行なう。すなわち、各セクタのサーボ領域 S V A にサーボマーク S M が記録されており、該サーボマークが読み取られる毎に MCU 26 にサーボ割込みが発生する。これにより、MCU 26 は信号 PosN, PosQ を取り込み、該信号に基づいて上記処理を行なう。すなわち、サーボ割込みの周期がサンプリング周期となり、該サンプリング毎に離散的なサーボ制御が行なわれる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

(a) 第 1 の課題

図 25 は位置信号の復調論理を説明するための信号説明図、図 26 は位置信号の復調のデコード表である。図 25 において、31 は信号 PosN、32 は信号 PosQ、33 は位置偏差信号（オフセット信号）P a であり、横方向にトラック番号をとり、縦方向に各信号出力をトラック中心 (0.0) からの位置に換算した値 (-0.5~0.5) をとっている。例えば、信号 PosN、PosQ のピーク値を ±2.0 ボルトすれば、PosN、PosQ に 1/4 を乗算して得られた値が縦軸に取ってある。この 1/4 は後述するポジション感度である。

【0010】従来は予め図 26 に示す復調のデコード表を作成し、MCU のプログラムにより PosN、PosQ 及びトラック番号を用いて位置信号を生成している。すなわち、①図 25 に示すように、連続する 2 つのトラックを 1/4 トラック幅づつ (1)~(8) の 8 区画に分割し、②それぞれの区画において信号 PosN、PosQ の絶対値の小さい方を選択すると共に、③極性を適宜変えてつなげることにより、トラック幅の周期で交番する右上がり鋸歯状のオフセット信号 P a を作り、④このオフセット信号にトラック番号を加算して位置信号（基準位置からの絶対位置信号）を発生する。尚、信号 PosN、PosQ の絶対値の小さい方を用いてオフセット信号を生成する理由は、信号 PosN、PosQ は絶対値が大きくなると飽和やその他の理由で非線形になり、位置と信号 PosN、PosQ の関係が直線的

にならなくなるからである。

【0011】以上のように、従来は図 26 のデコード表を用いて位置信号を発生するが、トラック番号を正しく読み取れたことを前提にしている。換言すれば、従来の位置信号復調方法はトラック番号の誤読み取りを何も考慮していない。ヘッドは移動しながらセクタのサーボ領域より位置信号パターン及びトラック番号を読み取る。このため、隣のトラックのトラック番号を現トラックのトラック番号と認識してしまう場合がある。かかる場合には位置信号が間違っ

10

【0012】(b) 第 2 の課題

リード・ライト回路では、AD コンバータ 25 を通して信号 PosN、PosQ を取り込んでいるが、取り込んだ値を MCU 26 の中で使用するトラックの単位に変換する必要がある。そこで、このための変換係数（ポジション感度）を求め、該変換係数を信号 PosN、PosQ に掛けなければならない。このポジション感度の値はヘッドのコア幅に依存するから、同一のファイル装置内でもヘッド毎に異なる値を持つ。又、ポジション感度はリード・ライト回路における AGC 回路 23 のゲイン変動、AD コンバータ 25 のリファレンス電圧の変動、リードヘッドのコア幅、トラック幅に主に依存する。例えば、ヘッドのコア幅が小さくなれば、ポジション感度は小さくなり、又、トラック幅が小さくなればポジション感度は大きくなる。このポジション感度が過多だったり、過小だったりすると、位置信号の作成に際して信号 PosN、PosQ の繋がりが悪くなり、図 27 に示すように復調した位置信号に段差が生じることになる。尚、点線は理想的なカーブである。位置信号が不連続になると、位置制御ががたつき、振動や異常音が発生し、しかも、位置決めを速やかに行なうことができない。以上から、従来よりポジション感度決定のために幾つかの方法が提案されている。

20

30

【0013】①第 1 の方法

第 1 の方法は、基本的な方法であり、以下のようにしてポジション感度を求める。すなわち、

(1) 偶数・奇数トラックの ±0.25 トラックの計 4 箇所 (図 25 のポジション a, b, c, d の位置であり、信号 PosN、PosQ の絶対値が等しくなる点) の付近に、信号 PosN で位置決めする。

40

(2) ついで、PosN、PosQ の絶対値を取り、両者の差が前もって定めた範囲内にあるもののみを測定値として採用し、|PosN| の値を格納する。

(3) 全箇所での測定が終了すれば、測定結果の平均値をとり、0.25 トラックでの |PosN| の値として、ポジション感度 S p を例えば、次式

$$S_p = 0.25 / |PosN|$$

により求める。

【0014】しかし、この第 1 の方法には以下の問題点がある。すなわち、

50

- (1) ポジション感度が補正されていない段階で±0. 25トラックへと位置決めを行うので、正確に±0. 25トラック中心で位置決めを行っている保証がない。
- (2) ±0. 25トラック付近では、信号 PosNは傾きをもっているので、常に変動する。
- (3) 信号PosN、PosQの絶対値がある範囲内であるという条件を必ず満足しなければ測定ができない。

【0015】②第2の方法

図28は第2のポジション感度決定方法の説明図であり、以下のようにしてポジション感度を求める。すなわち、

- (1) ボイスコイルモータVCMをほぼ等速度で走らせる。
- (2) 過去2サンプリング分の信号 PosQ(あるいはPosN)の値(Y[k-2], Y[k-1])をメモリに確保しておく。
- (3) 位置信号生成のための基準が信号 PosNからPosQに、あるいはその逆に移行した時点での信号PosNの値(Y[k])をメモリに確保する。
- (4) 過去2サンプリング分の値Y[k-2], Y[k-1]より信号PosQの直線を計算し、又、現在の値Y[k]を通り前記信号PosQの傾きと逆の傾きを有する信号 PosNの直線を計算し、両直線の交点を求める。すなわち、ヘッドが偶数・奇数トラックの±0. 25トラックに位置した時の信号PosN又は信号PosQの値を求める。
- (5) しかる後、交点電圧Vcとすれば、ポジション感度を例えば、次式

$$S_p = 0.25 / |V_c|$$
 により求める。

【0016】しかし、この第2の方法には以下の問題点がある。すなわち、

- (1) まだ感度補正がされていないので、速度制御の基準となる位置が不正確。したがって速度も等速度であることが保証されない。
- (2) ある速度をもって移動しているので、速度が大きければPosN、PosQの飽和領域に入る可能性があり、値が不正確になる。

【0017】③第3の方法

図29は第3のポジション感度決定方法の説明図であり、以下のようにしてポジション感度を決定する。すなわち、

- (1) VCMをほぼ等速度で走らせる。
- (2) 位置信号発生部の基準が、信号 PosNとPosQとの間で切り替わった時に、信号PosNと信号PosQとの絶対値の和|PosN|+|PosQ|を測定する。すなわち、ヘッドが偶数・奇数トラックの±0. 25トラックに位置した時の信号PosNと信号PosQとの絶対値の和|PosN|+|PosQ|を測定する。この絶対値の和は理想的には一定値 (=0.5)になるはずである。
- (3) しかる後、ポジション感度を例えば、次式

$$S_p = 0.5 / (|PosN| + |PosQ|)$$

により求める。しかし、この方法においても、方法2と同様の欠点がある。以上のように従来の方法では正確なポジション感度補正が実現できない。このため新たな感度決定のアルゴリズムが必要になる。

【0018】以上から、本発明の第1目的は、トラック番号を読み誤っても正しく位置信号を発生することができる位置信号復調方法を提供することである。本発明の第2の目的は位置信号発生用の論理を簡単にしてメモリの節約ができる位置信号復調方法を提供することである。本発明の第3の目的は、正確にポジション感度を決定でき、従って、位置決め精度の向上を図ることができるポジション感度決定方法を提供することである。本発明の第4の目的は、信号 PosN、PosQが飽和しても飽和する付近の値を除外することにより正確にポジション感度を決定できるポジション感度決定方法を提供することである。

【0019】本発明の第5の目的は、ポジション感度決定制御に際してヘッドが飽和領域へ移動しても、あるいは対象トラックから外れても、ヘッドを所期位置に戻してポジション感度決定のための測定ができるポジション感度決定方法を提供することである。本発明の第6の目的は、ポジション感度決定に際して大きなゲイン変動が生じてもサーボが不安定にならず、ポジション感度の決定ができるポジション感度決定方法を提供することである。本発明の第7の目的は、一度ポジション感度を決定すれば以後電源投入毎にポジション感度を決定する必要がないポジション感度決定方法を提供することである。本発明の第8の目的は、トラックの属する区画に応じてポジション感度を調整することができ、しかも、各区画のポジション感度を簡単に決定できるポジション感度決定方法を提供することである。

【0020】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理説明図である。41はヘッド、42はボイスコイルモータVCM、51はマイクロ・コントローラ・ユニットMCU、55はリード・ライト回路である。MCU51において、51aは位置信号発生部、51bはポジション感度決定部、51cは信号 PosN、PosQにポジション感度Spを乗算する信号補正部である。

【0021】

【作用】

(a) 位置信号の復調

媒体上にヘッド位置決め用の信号パターンとトラック番号を記録しておき、ヘッド41により該信号パターンを読み取って得られる三角波状の互いに4分の1だけ位相がずれた2つの信号 PosN、PosQ及びトラック番号を用いてヘッド位置信号を発生する。この位置信号発生に際して、位置信号発生部51aは信号 PosN、PosQの絶対値の大小、信号 PosN、PosQの符号、トラック番号及び該トラック番号の誤読み取りを考慮してヘッドの位置信

号を復調する。すなわち、信号 PosN の絶対値が信号 PosQ の絶対値より小さい場合には、①信号 PosN の極性を信号 PosQ の極性がプラスの時に反転させてトラック番号に加算して位置信号を発生する。②信号 PosQ の極性がマイナスの時には反転せずに、トラック番号に加算して位置信号を発生する。③又、トラック番号の誤読み取りを検出した時は、前記位置信号を信号 PosN、PosQ の符号に応じて 1 増減し、あるいは 1 減少して位置信号を発生する。一方、信号 PosQ の絶対値が信号 PosN の絶対値より小さい場合には、信号 PosQ にトラック番号の偶数、奇数に応じて 0.5 又は -0.5 を加算し、加算により得られた信号の極性を、信号 PosN がプラスの時には反転せず、マイナスの時に反転してトラック番号に加算し、位置信号を発生する。

【0022】以上のようにすれば、トラック番号を読み誤っても正しく位置信号を発生することができ、又、位置信号発生用の論理を簡単にしてメモリの節約ができる。更に、信号 PosN 及び信号 PosQ にポジション感度を乗算して補正した値を用いて位置信号を発生すれば、位置決め精度を向上することができる。

【0023】(b) ポジション感度の決定

ポジション感度決定部 51b は、信号 PosN、PosQ の和信号 (PosN+PosQ) 及び又は差信号 (PosN-PosQ) を発生し、和信号及び差信号の少なくとも一方の信号を用いて信号 PosN、PosQ の絶対値が等しくなるトラック上の地点にヘッドを位置決めし、その時の信号 PosN、PosQ の絶対値の和信号

$$|PosN| + |PosQ|$$

を測定し、該測定値が設定値となるようにポジション感度を決定する。この場合、信号 PosN 及び信号 PosQ の一方が飽和する地点にヘッドを位置決めした時の飽和電圧を測定しておく。そして、信号 PosN、PosQ の絶対値が等しくなるトラック上の地点にヘッドを位置決めしたときの信号 PosN または信号 PosQ の絶対値が前記飽和電圧に略等しいか調べ、略等しい場合には、その時の信号 PosN、PosQ の絶対値の和信号

$$|PosN| + |PosQ|$$

をポジション感度の決定に使用しないようにする。

【0024】以上のようにすれば、正確にポジション感度を決定でき、従って、位置決め精度の向上を図ることができる。又、信号 PosN、PosQ が飽和しても飽和する付近の値を除外することにより正確にポジション感度を決定することができる。更に、信号 PosN 及び信号 PosQ にポジション感度を乗算して補正した値を用いてヘッドの位置信号を発生することにより位置決め精度を向上することができる。又、ポジション感度の決定処理と並行して、信号 PosN、PosQ 及びトラック番号を用いて位置信号を発生する処理を行なう。このようにすれば、ヘッド位置が飽和領域へ移動しても、あるいは対象トラックをはずれた場合であっても、該位置信号によりヘッドを

所期位置に戻すことが可能となり、引き続きポジション感度の決定処理を行なうことができる。

【0025】更に、ゲイン変動に対して安定に動作するようにファイル装置のヘッド位置制御系を構成してポジション感度の決定を行ない、ポジション感度決定後に通常のヘッド位置制御系に戻すようにする。このようにすれば、ポジション感度決定制御中にゲインが大幅に変動する事態が生じてもポジション感度決定の制御を継続することができる。又、決定したポジション感度を電源を切断しても記憶状態を保持する固定記憶部に記憶し、ファイル装置の起動時に該ポジション感度を読み出して信号 PosN 及び信号 PosQ を補正する。このようにすれば、一度ポジション感度を決定しまえば、以後、ポジション感度を決定する制御を省略することができる。

【0026】更に、トラックを複数の区画に分割し、各区画毎にポジション感度を測定して記憶し、トラック位置に応じたポジション感度を用いて信号 PosN 及び信号 PosQ を補正する。このようにすれば、ヘッド位置に応じたポジション感度を用いて信号 PosN、PosQ の補正ができ、正確な位置制御を行なうことができる。この場合、所定の媒体について測定した各区画毎のポジション感度を記憶しておき、対象ファイル装置の所定区画におけるポジション感度を測定し、測定したポジション感度と記憶してある前記区画のポジション感度の差を演算し、記憶してある他の区画のポジション感度を該差分平行移動して対象ファイル装置の各区画におけるポジション感度を求める。このようにすれば、ポジション感度の決定制御を短時間で簡単に行なうことができる。

【0027】

【実施例】

(A) 本発明の磁気ファイル装置の構成

図 2 は磁気ファイル装置の構成図であり、51 はマイクロ・コントローラ・ユニット (MCU) であり、図 24 の MCU 26 と同様のサーボ制御、その他の制御を行なう。MCU 51 には ROM、RAM が内蔵され、ROM には図 3 に示すように、①サーボ制御用のサーボプログラム SVPR、②ポジション感度決定用のプログラム PSDP、③インタフェースプログラム IFPR を始めとする各種プログラムが記憶されている。又、各種パラメータも記憶されており、該 ROM がフラッシュメモリ等の書替え可能な ROM の場合には、決定されたポジション感度 SP も記憶される。MCU 51 は、サーボプログラム SVPR に従ってサーボ制御処理を実行してボイスコイルモータ VCM やスピンドルモータ SPM 等の機械部品を制御する。サーボ制御処理とは、①信号 PosN、PosQ をポジション感度に基づいて補正する処理、②位置信号の発生処理、③指令速度の発生処理、④ボイスコイルモータ VCM の電流計算処理、⑤スピンドルモータの回転速度制御処理等である。又、MCU 51 は、ポジション感度決定プログラム PSDP に従って後述するポジ

ション感度の決定を行なう。インタフェースプログラム I F P R は、リード・ライト回路 55 の設定制御やハードディスクコントローラ 53 を操作して外部装置との間でデータ、コマンドの送受を行なう。

【0028】52 は外部 RAM、53 はホスト装置等とインタフェースを介して接続されたハードディスクコントローラ HDC、54 はが HDC 用のバッファ RAM、55 はヘッドと接続されてデータの読み／書き、信号 PosN、PosQ 及びトラック番号の読み取り等を行なうリード・ライト回路、56 はボイスコイルモータ VCM を駆動する VCM 駆動回路、57 はスピンドルモータ SPM を駆動する SPM 駆動回路、58 は衝撃検出回路であり、ショックセンサを内蔵し、ファイル装置に加わる衝撃を検出する。衝撃発生時にはデータのリード／ライトの誤りが発生するから、誤動作を防止するためにショック検出時に MC U はリード／ライトを停止するように制御する。59 は外部装置とのインタフェース部である。各部はそれぞれバス線 60 を介してデータ授受可能になっている。

【0029】(B) 位置信号発生

(a) 第 1 の位置信号発生方法

図 4 は信号 PosN、PosQ 及びトラック中心からのオフセット信号（位置偏差信号）P a の説明図であり、横方向にトラック番号をとり、縦方向に各信号出力をトラック中心 (0.0) からの位置に換算した値 (-0.5~0.5) をとっている。説明上、信号 PosQ が零クロスする点をトラック番号の境界に定め、トラック中心は信号 PosN が零クロスする地点とする。尚、トラック境界、トラック中心の関係が変化しても以下の説明には本質的な変りはない。又、信号 PosN、PosQ を生成するために、ディスク媒体上に位置信号パターンが記録されている。記録方法は、1 つのパルスを書くもの、パルス列を書くもの、パルス間隔を変化させるものなど幾つかの種類が提案されている。本発明では、これらの記録方式には依存せず、検出された信号 PosN、PosQ が 2 位相でかつ 4 分の 1 周期ずれているものを対象にする。

【0030】本発明ではトラック番号の読み誤りを考慮し、以下のように位置信号復調用のデコード表を作成する。すなわち、まず、正常な場合（トラック番号の読み誤りがない場合）と、トラック番号が異常な場合（トラック番号の読み誤りがある場合）とを考え、それぞれのデコード表を作成する。図 5 (A) は正常な場合のデコード表であり、図 26 の従来例と同一のデコード表である。このデコード表は、①図 4 に示すように、連続する 2 つのトラックを 1/4 トラック幅づつ (1)~(8) の 8 区画に分割し、②それぞれの区画において信号 PosN、PosQ の絶対値の小さい方を選択すると共に、③極性を適宜変えて繋げることにより、トラック幅の周期で交番する右上がり鋸歯状のオフセット信号 P a を作り、④このオフセット信号にトラック番号を加算して位置信号（基準位

置からの絶対位置信号) を発生するようになっている。

【0031】図 5 (B) はトラック番号を誤って読み込んだ場合において、正しい位置信号を発生するためのデコード表である。トラック番号の読み誤りは、隣接するトラックから読み込んだトラック番号を現トラック番号とみなすことにより生じる。例えば、トラック番号が昇順になるようにヘッドが移動している場合において、現トラック T i の直前のトラック T i-1 で読み込んだトラック番号を現トラック T i のトラック番号とすることによりトラック番号の読み誤りが生じる。そして、この場合には、ヘッドはトラックの中心に関して直前のトラック T i-1 側に存在する。又、トラック番号が降順になるようにヘッドが移動している場合において、現トラック T i の直前のトラック T i+1 で読み込んだトラック番号を現トラック T i のトラック番号とすることによりトラック番号の読み誤りが生じる。そして、この場合には、ヘッドはトラックの中心に関して直前のトラック T i+1 側に存在する。

【0032】以上から、トラック番号の読み誤り時における復調は、区画 (1)~(8) のどの区画の復調を行っているかを考えて、その区間が隣接する 2 つのトラックのうちのどちら側に近いかにより、正常な場合のデコード表における位置信号にそれぞれ ±1.0 を加算して図 5

(B) に示すデコード表を作成する。尚、図 4 において、ヘッドがトラック中心に関して左側に存在する場合には、すなわち、区画 (1)、(2)、(5)、(6) に存在する場合には、トラック番号は正常時に比べて 1 少ないから、+1 する。又、ヘッドがトラック中心に関して右側に存在する場合には、すなわち、区画 (3)、(4)、(7)、(8) に存在する場合には、トラック番号は正常時に比べて 1 多いから、-1 する。

【0033】ところで、トラック番号の読み取り誤りが発生した場合には、図 5 (B) の (1)~(8) に示す PosN の符号、PosQ の符号、トラックの偶数/奇数の関係が検出される。例えば、正常にトラック番号が読み取られている場合には、PosN がプラス、PosQ がプラス、トラック番号が偶数になることはなく、トラック番号の読み取り誤りである。従って、図 5 (A)、(B) に示すデコード表を記憶しておき、トラック番号の誤り発生を監視する。そして、トラック番号の誤りが検出されなければ図 5 (A) のデコード表を用いて位置信号を発生する。しかし、トラック番号の誤りが検出されれば図 5 (B) のデコード表を用いて位置信号を発生する。

【0034】(b) 第 2 の位置信号発生方法

第 1 の位置信号発生方法では 16 通りの場合を記憶し、かつ、判断しなければならない。このため、位置信号発生用のプログラムが大きくなり、メモリを相当使う。そこで、第 2 の位置信号発生方法では、図 5 の 16 通りの論理を圧縮して小さなプログラムで位置信号を発生できるようにする。図 5 (A)、(B) における 16 通りの

位置信号発生論理式を、信号PosNを使用する場合と、信号PosQを使用する場合に分けて論理圧縮すると図6

(A), (B)に示すように論理式の数に総計10通りになる。尚、図6の表中、×は符号がプラスでもマイナスでも構わないことを意味する。

【0035】次に、以下の2つの関数を定義する。すなわち

$\text{sgn}(x): x \geq 0.0$ なら $\text{sgn}(x)=1.0$, $x < 0$ なら $\text{sgn}(x)=-1.0$
 $\text{even}(x): x$ が偶数なら $\text{even}(x)=1.0$, 奇数なら $\text{even}(x)=-1.0$

```

if(abs(N) <= abs(Q)) {
    Position = -sgn(Q)*N + Track;
    if(sgn(Q)*even(Track) > 0.0)
        Position += sgn(Q)*sgn(N)*1.0;
} else {
    Position = sgn(N)*(Q + even(Track)*0.5) + Track;
}

```

(1)はPosNの絶対値がPosQの絶対値より小さいか判断する処理、(2)は $|\text{PosN}| \leq |\text{PosQ}|$ の場合における位置信号Positionを発生するための処理である。(3)はトラック番号の誤読み取りを検出する処理である。(4)は誤読み取りを検出した場合に、位置信号の増減量Position+を信号PosN, PosQの符号に応じて決定する処理(1増加、1減少)である。(5)はPosQの絶対値がPosNの絶対値より小さい場合における位置信号Positionを発生するための処理である。

【0037】すなわち、信号PosNの絶対値が信号PosQの絶対値より小さい場合は、①信号PosNの極性を信号PosQの極性がプラスの時に反転させてトラック番号に加算して位置信号を発生する。②信号PosNの極性を信号PosQの極性がマイナスの時には反転せずに、トラック番号に加算して位置信号を発生する。③又、トラック番号の誤読み取りを検出した時は、前記位置信号を信号PosN, PosQの符号に応じて1増減し、あるいは1減少して位置信号を発生する。一方、信号PosQの絶対値が信号PosNの絶対値より小さい場合には、信号PosQにトラック番号の偶数、奇数に応じて0.5又は-0.5を加算し、加算により得られた信号の極性を、信号PosNがプラスの時には反転せず、マイナスの時に反転してトラック番号に加算し、位置信号を発生する。以上のように※

```

if(abs(N) < abs(Q)) {
    Position = -sgn(Q)*PosErrGain*N + Track;
    if(sgn(Q)*even(Track) > 0.0)
        Position += sgn(Q)*sgn(N)*1.0;
} else {
    Position = sgn(N)*(PosErrGain*Q + even(Track)*0.5) + Track;
}

```

このようにPosN, PosQにポジション感度を乗算することにより、精度の高い位置決めをおこなうことができる。

【0040】(C) ポジション感度の決定

(a) 概略

*1.0

のように、2つの関数 $\text{sgn}(x)$ 、 $\text{even}(x)$ を定義する。この2つの関数を用いると、図6(A)は図7(A)に示すように論理式が4つに圧縮され、図6(B)は図7(B)に示すように論理式が2つに圧縮され、総計6通りになる。

【0036】図7(A), (B)を更に圧縮すると、結局は次のようなプログラムを書くことができる(C言語の書式で記述する。)

```

(1)
(2)
(3)
(4)

```

※正常な場合と異常な場合とを考慮して両者を論理圧縮して最終的なプログラムを生成する。このようにすることで、トラック番号の異常検出に対処しながら、プログラムサイズを小さくすることができ、とくにMCU51のROM容量に制限がある、小型のファイル装置に有効である。

【0038】(c) ポジション感度補正

論理圧縮を考慮に入れた復調方式は以上の通りである。ところが実際には図8に示すようにリード・ヘッドのコア幅C_Wとトラック幅T_Wとの関係により、図9に示すようにPosN, PosQの波形が飽和する。この時、PosN, PosQの飽和の高さrは次の式で表現される。

$r = 0.5 \times (\text{ヘッドコア幅}) / (\text{トラック幅})$

また、この影響以外にもADコンバータADCの出力PosN, PosQの値は、AGCゲインが装置毎に完全に一定でないのではばらつきが生じる。したがって、いわゆるポジション感度ゲインをPosNもしくはPosQに掛けなければならない。ポジション感度ゲインが正確でなければ、PosNとPosQとの間の乗換え時に、計算された位置に段差が生じることになる(図27参照)。ポジション感度をPosErrGainと表現すれば、先に示したアルゴリズムは次のように修正される。

【0039】

先に説明したように、ポジション感度を適正值にしないと位置信号に段差が生じる(図27)。そこで、段差が生じないようにポジション感度を決定する必要がある。

50 ポジション感度決定するために、本発明では概略以下の

ようにしている。信号PosN、PosQが飽和している場合において、これら信号PosN、PosQ及び差信号(PosN-PosQ)、和信号(PosN+PosQ)、絶対値の和信号 $|PosN|+|PosQ|$ は図10に示すようになる。ここで注目すべきは、信号PosN、PosQの絶対値が等しくなる地点(トラック中心から±0.25トラック位置)の位置A~D、換言すれば、位置信号発生時のPosNとPosQの切り替え位置において、和信号(PosN+PosQ)又は差信号(PosN-PosQ)が零クロスする点である。

【0041】そこで、本発明では、

①信号 PosN、PosQの和信号(PosN+PosQ) 及び又は差信号(PosN-PosQ)を発生し、和信号及び差信号の少なくとも一方の信号を用いて信号 PosN、PosQの絶対値が等しくなるトラック上の地点A~Dにヘッドを位置決めする。すなわち、位置信号発生時のPosNとPosQの切り替え点にヘッドを位置決めする。この場合、ヘッドを等速で移動する必要はない。

②その時の信号 PosN、PosQの絶対値の和信号 $|PosN|+|PosQ|$ を測定し、該測定値が設定値(=0.5)となるようにポジション感度を決定する。

③この場合、信号 PosN及び信号 PosQの一方が飽和する地点(SANはPosNの飽和領域、SAQはPosQの飽和領域である)にヘッドを位置決めした時の飽和電圧rを測定しておく。そして、トラック中心から±0.25トラック位置にヘッドを位置決めした時の信号 PosNまたは信号PosQの絶対値が前記飽和電圧rに略等しいか調べ、略等しい場合には、その時の信号 PosN、PosQの絶対値の和信号 $|PosN|+|PosQ|$ をポジション感度の決定に使用しない。これにより、飽和領域の影響を回避できる。

【0042】(b) 0.25トラック中心での位置決め方法

正確に±0.25トラックで位置決めを行うには、PosN、PosQの両方を利用して位置決めを行う。図10のようにPosN-PosQ及びPosN+PosQを作ると、ちょうど偶数・奇数トラックの中心から±0.25トラックで、0クロスする波形が得られる。また、PosN、PosQの絶対値を加算すると、必ず0.5トラック相当の振幅になる。ただし、PosNまたはPosQの飽和領域では0.5トラックよりも値が小さくなる。(PosN-PosQ)、(PosN+PosQ)を用いて位置信号のデコード表を作成すると区間2, 11, 8, 5において、図11に示すようになる。尚、Trはトラック番号である。又、正常時のデコードにおいて和信号(PosN+PosQ)及び差信号(PosN-PosQ)を1/2しているのは、これらの信号の傾斜がPosN、PosQの2倍になっているため、実際の位置信号と同一の傾きにするためである。又、±0.25しているのは、トラック中心から±0.25オフセットした位置で和信号(PosN+PosQ)及び差信号(PosN-PosQ)が零になるからである。

【0043】又、トラック番号を読み誤った時(異常時)の位置信号は、正常時の位置信号に±1, 0したも

のである。すなわち、区間2においてはトラック番号を+1誤っているから、正常時の位置信号から1.0を減算し、区間11においてはトラック番号を-1誤っているから、正常時の位置信号に1.0を加える。又、区間8においてはトラック番号を+1誤っているから、正常時の位置信号から1.0を減算し、区間5においてはトラック番号を-1誤っているから、正常時の位置信号に1.0を加える。以上から、図11のデコード表より得られる各区間の位置信号から目標位置を差し引いてオフセット信号を求め、該オフセット信号が零となるように位置制御を行なってヘッドを各区間の目標位置に位置決めする。オフセット信号は区間2では(PosN+PosQ)/2となり、区間11では(PosN-PosQ)/2となり、区間8では-(PosN+PosQ)/2となり、区間5では-(PosN-PosQ)/2となる。そして、目標位置に位置決めされた時の信号 PosN、PosQの絶対値の和信号 $|PosN|+|PosQ|$ をそれぞれ測定し平均値を求める。 $|PosN|+|PosQ|$ の理想値は0.5であるから、次式によりポジション感度 S_p を決定する。 $S_p = 0.5 / (|PosN| + |PosQ|)$

【0044】(c) 飽和領域の除去方法

ところが、これだけではまだ不十分である。位置決め精度が悪い場合、もしくはヘッドのコア幅がトラック幅よりも大幅に小さい(rが小さい)時には、 $|PosN|+|PosQ|$ の値は飽和領域の値となり正確に0.5相当の振幅が得られていないかもしれない。このような不具合を回避するために、測定値の値を次のように取捨選択する。すなわち、

(1)信号PosNの中心a, cで位置決めを行ないその時のPosNの絶対値を測定し、又、信号PosQの中心b, dで位置決めを行いその時のPosQの絶対値を測定し、測定値の最小値を飽和値rとする。

【0045】(2)±0.25トラック中心で位置決めを行い、 $|PosN|+|PosQ|$ の値を計算する。その際に $|PosN|$ または $|PosQ|$ の値が飽和値rに近ければヘッドが飽和領域に存在しているものとみなして、 $|PosN|+|PosQ|$ の値は感度決定に利用せずに捨てる。飽和値rは0.25より小さくなることはない。なぜなら、0.25に近いとPosNおよびPosQを利用した、正常な位置誤差の計算ができなくなってしまうからである。また、いくらポジション感度が補正されていないとはいえ、位置決め精度は、0.1トラック程度には確保されるので、各位置決め制御時には、衝撃や偏心の影響が極度に大きくならない限りは測定に十分な最低限の位置決め精度が確保される。

【0046】(d) ポジション感度決定のアルゴリズム(d-1) 全体の処理

図12は本発明のポジション感度決定の全体の処理フロー図である。まず、飽和電圧rを測定し(ステップ101)、ついで、通常の位置制御によりヘッドを偶数トラックへ移動させる(ステップ102)。しかる後、ヘッ

ドを偶数トラックの±0.25トラック位置へ位置決めし、その時の信号PosN、PosQの絶対値の和 $|PosN| + |PosQ|$ を測定して保存する(ステップ103)。偶数トラックでの測定が終了すれば、通常の位置制御によりヘッドを奇数トラックへ移動させる(ステップ104)。しかる後、ヘッドを奇数トラックの±0.25トラック位置へ位置決めし、その時の信号PosN、PosQの絶対値の和 $|PosN| + |PosQ|$ を測定して保存する(ステップ105)。

【0047】奇数トラックでの測定が終了すれば、測定した $|PosN| + |PosQ|$ の平均値を演算し(ステップ106)、次式

$$Sp = 0.5 / (|PosN| + |PosQ|)$$

によりポジション感度を求める(ステップ107)。

【0048】(d-2) 飽和電圧測定処理

図13は飽和電圧測定処理のフロー図である。まず、PosNが零クロスする位置d、すなわち、偶数トラック中心位置にヘッドを位置決めし(ステップ101a)、 $|PosQ|$ の最小値を計測する(ステップ101b)。ついで、同様にヘッドを偶数+0.5トラック中心位置aに位置決めし(ステップ101c)、 $|PosN|$ の最小値を計測する(ステップ101d)。しかる後、PosQが零クロスする位置b、すなわち、奇数トラック中心位置にヘッドを位置決めし(ステップ101e)、 $|PosQ|$ の最小値を計測する(ステップ101f)。ついで、同様にヘッドを奇数+0.5トラック中心位置cに位置決めし(ステップ101g)、 $|PosN|$ の最小値を計測する(ステップ101h)。以上の測定が終了すれば、測定値の最小値を飽和電圧rとする(ステップ101i)。

【0049】(d-3) 偶数±0.25トラックでの $|PosN| + |PosQ|$ の測定処理

図14は偶数±0.25トラックでの $|PosN| + |PosQ|$ の測定処理のフロー図である。まず、ヘッドを偶数+0.25トラックへオフセット移動する(ステップ103a)。ついで、位置信号 $(PosN+PosQ)/2+0.25$ を用いて位置決め制御を行う(ステップ103b)。位置決め後、PosN、PosQを取り込み(ステップ103c)、 $|PosN|$ および $|PosQ|$ が両方とも飽和電圧r以下であるかチェックし(ステップ103d)、以下でなければ、ステップ103aに戻り以降の処理を繰り返す。 $|PosN|$ および $|PosQ|$ が共に飽和電圧r以下であれば、 $|PosN| + |PosQ|$ を測定し、複数回の値を積算する(ステップ103e、103f)。

【0050】ついで、PosN、PosQのみを利用した通常の位置決め制御へ戻し、ヘッドを偶数-0.25トラックへオフセット移動する(ステップ103g)。ついで、位置信号 $(PosN-PosQ)/2-0.25$ を用いて位置決め制御を行う(ステップ103h)。位置決め後、PosN、PosQを取り込み(ステップ103i)、 $|PosN|$ および $|PosQ|$ が両方とも飽和電圧r以下であるかチェックし(ステップ103j)、以下でなければ、ステップ103gに戻り

以降の処理を繰り返す。 $|PosN|$ および $|PosQ|$ が共に飽和電圧r以下であれば、 $|PosN| + |PosQ|$ を測定し、複数回の値を積算する(ステップ103k、103m)。

【0051】(d-4) 奇数±0.25トラックでの $|PosN| + |PosQ|$ の測定処理

図14は奇数±0.25トラックでの $|PosN| + |PosQ|$ の測定処理のフロー図である。まず、ヘッドを奇数+0.25トラックへオフセット移動する(ステップ105a)。ついで、位置信号 $(PosN+PosQ)/2+0.25$ を用いて位置決め制御を行う(ステップ105b)。位置決め後、PosN、PosQを取り込み(ステップ105c)、 $|PosN|$ および $|PosQ|$ が両方とも飽和電圧r以下であるかチェックし(ステップ105d)、以下でなければステップ105aに戻り以降の処理を繰り返す。

【0052】 $|PosN|$ および $|PosQ|$ が共に飽和電圧r以下であれば、 $|PosN| + |PosQ|$ を測定し、複数回の値を積算する(ステップ105e、105f)。ついで、PosN、PosQのみを利用した通常の位置決め制御へ戻し、ヘッドを奇数-0.25トラックへオフセット移動する(ステップ105g)。ついで、位置信号 $(PosN-PosQ)/2-0.25$ を用いて位置決め制御を行う(ステップ105h)。位置決め後、PosN、PosQを取り込み(ステップ105i)、 $|PosN|$ および $|PosQ|$ が両方とも飽和電圧r以下であるかチェックし(ステップ105j)、以下でなければ、ステップ105gに戻り以降の処理を繰り返す。 $|PosN|$ および $|PosQ|$ が共に飽和電圧r以下であれば、 $|PosN| + |PosQ|$ を測定し、複数回の値を積算する(ステップ105k、105m)。尚、上記のアルゴリズムを全部実現すると確実ではあるが、シーク回数が多く測定に長い時間が必要になる。したがって、そのような場合には、幾つかの測定を省くことができる。例えば、rの測定は1ヶ所のみ、 $|PosN| + |PosQ|$ の測定は2ヶ所のみというようにする。

【0053】(e) ポジション感度決定処理との並行処理アルゴリズムは上記に記した通りであるが、±0.25トラック中心に位置決めを行っている時に外部から衝撃を受けた場合は、位置がPosNまたはPosQの飽和領域に入ってしまう、位置制御が不安定になる危険性がある。従ってPosN及びPosQを用いた通常のデコードを並行して行なうて現在の位置を常に監視しておき、飽和領域に入ったとき、通常の位置制御により±0.25トラック中心に位置決めし、再度 $|PosN| + |PosQ|$ の測定を行なうようにする(ステップ103a、103g; 105a、105g)。また機械共振の影響等により位置制御が不安定になる現象が起きる可能性がある。したがって、±0.25トラック中心で静止させる位置信号計算アルゴリズムの他に通常の位置制御における位置信号を並行して計算しておき、大きく位置がずれた時には、ポジション感度決定の測定を一時中断する。そして、代わって通常の位置制

御を行なって整定待ちを行ない、整定後、ポジション感度の決定処理を再開する。このようにすることで、 $|PosN| + |Pos0|$ の測定中に衝撃を受けた場合などには、測定を中断し、以後、すみやかに衝撃に対応して測定を再開することが可能になる。

【0054】(f) 位置制御系の設計

ゲインが過多・過少になれば、制御系、特に位置制御系の安定性を損なってしまう。例えば、ヘッドコア幅が±10%、トラック幅も±10%の誤差を持っていたとすると、(ヘッドコア幅)/(トラック幅)の値のばらつきは、-18%~+22%にもなってしまいます。したがって、AGCのゲイン変動等の検出系の誤差を±5%、ボイスコイルモータVCM駆動アンプのゲイン等の出力系の誤差をやはり±5%、VCMの加速度定数(BL/m)を±20%、と仮定すると、先のヘッドコア幅・トラック幅のばらつきと合わせてゲイン変動は-41%~+62%にもなってしまいます。これは、4dBゲイン余有が確保されなければならないことを意味する。したがって、位置制御系の設計は制限を受ける。このような問題を解決するために、ポジション感度補正を行う前と後とで、制御系の構成を変更する。ポジション感度補正前には、応答特性は若干犠牲にしてもゲイン変動に対しては十分に強い制御系を設計する。一方、ポジション感度補正後には、応答特性を重視した制御系の設計に変更する。

【0055】図16は位置制御系のブロック線図であり、61は目標位置と観測位置との差に応じた電流指令を出力する演算部、62は補償器、63はボイスコイルモータである。ボイスコイルモータVCMは電流を与えられて磁気ヘッドを目標トラックへ移動させるものであり、磁気ヘッドの位置 y は次式のように電流 u の二重積分に比例した形で表現される。

$$y = (BL/m) \iint u \, dt^2$$

ただし、 B は磁束密度、 L はコイル長、 m はコイルの重量である。上式をラプラス変換して、初期値を0とおけば、

$$(y/u) = (BL/ms^2)$$

と表現される。このように、電流→位置の関係式はラプラス演算子 s を利用して、上式のように表現される。制御対象であるVCMの特性がラプラス演算子 s で表現されるように、制御を行なう補償器の特性もラプラス演算子 s で表現することができる。

【0056】図16の位置制御系、すなわち目標トラックに追従している時の制御において、補償器32の構造はリードラグ・フィルタ形式の場合、

$$K(s+a)/(s+b)$$

となり、PIDレギュレータとリードラグを合わせた形式では、

$$K\{(s+a)/s\} \cdot \{(s+b)/(s+c)\}$$

となり、PIDレギュレータ形式の場合には

$$K(s^2+as+b)/s$$

となる。その他、オブザーバを利用した形式もある。

尚、実際には連続系でなく離散系であるので、双一次変換や z 変換等を利用して、離散化してMCUのプログラムとして利用される。このような式中の変数 $a \sim c$ を設計する。その場合の設計の基準として応答が速いことを優先するのか、ゲイン変動に対して強いことを優先するのかにより、変数の値の設定方法が異なる。また、ある時にはリードラグ、ある時にはPIDのように、補償器の構造そのものを変化させることもできる。

【0057】制御系の特性を評価する手段としては、図17に示す閉ループ特性を考えるとよい。図17のブロック線図では、目標値 r と観測値 y との誤差に、コントローラ(補償器)のフィルタ $C(s)$ をかけてプラント(制御対象) $P(s)$ に与え、観測値 y をフィードバックする。このブロック線図から次式が導かれる。

$$y = [CP/(1+CP)]r + [P/(1+CP)]w_1 + [1/(1+CP)]w_2$$

このことから、制御目標、外乱 w_1 、 w_2 が観測値 y に与える影響は、以下の式で表現される。

$$y/r = CP/(1+CP) \quad (\text{閉ループ, Closed Loop, 相補感度関数})$$

$$y/w_1 = P/(1+CP) \quad (\text{外乱特性})$$

$$y/w_2 = 1/(1+CP) \quad (\text{圧縮特性、感度関数})$$

目標値 r の変動に対する応答を調べる時には閉ループ特性を使い、衝撃等の加速度外乱に対する応答を調べる時には外乱特性を使い、ディスク媒体の偏心のような位置に加わる外乱の影響を調べる時には感度関数を使えばよい。

【0058】ボイスコイルモータVCMの制御の場合には

r : 目標位置・目標速度

w_1 : 衝撃・摩擦力・FPC反力

w_2 : トラックの偏心・検出回路ノイズ

となる。ループ特性としては以上の閉ループ特性の他にOpen Loop特性(開ループ特性、一巡伝達特性)と呼ばれるものがある。制御系を設計する場合には、これらの特性を設計することに他ならない。単に追従が速いばかりではなく、上に挙げたような外乱についても詳細に検討して、影響を最小限に抑えるような設計が必要になる。

【0059】図18は開ループ特性のBODE線図であり、 θ は位相余有であり、サーボ帯域の周波数 f_0 での位相、すなわち-180度よりも何度大きいかを示すものである。位相余有が0度の時には制御系は発振するので、十分大きくする。又、 G はゲイン余有であり、位相余有が0度の時のゲインを示す。ゲイン余有が0dBならば制御系は発振する。従って、ポジション感度補正時における位置制御系のゲイン余有を十分に大きな値とすることで、ポジション感度補正時における大きなゲイン変動に対しても位置制御系が安定に動作するようにする。そして、ポジション感度を補正した後で、既に設計

してある位置制御系になるように位置制御系を変更し。あるいは、その他の特性も考慮にいれて、実際の位置制御系の設計を行う。

【0060】(f) ゲイン変動が大きい場合における配慮
極端にゲイン変動が大きくなりすぎて、予め仮定しているゲイン変動の範囲を越えてしまう場合がある。その時には、まず従来のようにして、速度制御をおこない、ポジション感度を求める。ポジション感度が異なる場合でも、トラック番号は一致しているので、全体でみれば位置制御の時よりもポジション感度の影響を受けずらく、速度制御が制御不能に陥る危険性が少ない。しかし、もちろん速度を作り出す基準は観測された位置であるから、その位置が不正確である以上、速度制御も安定しない。その場合には、PosNからPosQ（もしくはその逆の場合）へと位置信号の発生基準が移った時を捉えて $|PosN| + |PosQ|$ の値を求め、

$$(\text{ポジション感度}) = 0.5 / (|PosN| + |PosQ|)$$

として計算を行う。そののち、ポジション感度を大まかに合わせてから、再度本発明の方法によりポジション感度を補正する。

【0061】(g) ポジション感度の保存

ファイル装置の生産時には、媒体上に位置信号パターンを記録する。その際にポジション感度の値を測定し、ファイル装置の固定記憶部、例えば媒体(ディスク)あるいは書替え可能なROM、バッテリーバックアップRAM等へ書き込む。このように測定したポジション感度を固定記憶部に記憶しておけば、ファイル装置の起動時に毎回ポジション感度を測定する必要がなく、起動時間を短縮でき、電源を投入してからデータをリード・ライトするまでの時間が短縮できる。ファイル装置自身が測定結果をファイル装置の固定記憶部に記憶することもできる。その場合には、固定記憶部に標準的なデータか、測定済のデータかの識別のための符号を設けて区別する。このようにして測定された値は、いわばヘッドのコア幅のばらつきに比例する。したがって、各装置毎にその値を外部から読み出し、ヘッドのコア幅の管理に利用することができる。

【0062】(h) 複数の区間でのポジション感度

ポジション感度の測定を行う場所は、1箇所だけでなく良い。それよりも複数の場所で測定を行なったほうがより正確に位置決め制御が行える。図19に示すように、ヘッドHDは円弧状にディスクDK上のトラックを横切る。このため、ディスクの内外周においてヘッドが横切るトラック幅が変化し、又、内外周でヘッドの浮上量等が変化し、ヘッド出力レベルが変動する。すなわち、ディスクの内外周でポジション感度が異なる。そこで、トラックを複数の区画に分割し、各区画毎にポジション感度を測定して記憶し、ヘッド位置に応じたポジション感度を用いて信号PosN及び信号PosQを補正する。例えば、0～2000までトラックが存在した場合に、全部

の区間を4分割して、0～499、500～999、1000～1499、1500～2000と分ける。そして、各区間でのポジション感度を、代表点を選んで（例えば、250、750、1250、1750トラックで）測定し、その代表点でのポジション感度を区画に対応してメモリに格納し、各区間内でポジション感度を共通に利用する。

【0063】又、トラック位置とポジション感度の特性カーブはヘッドのコア幅のバラツキ等によりファイル装置によって若干異なるが、カーブの形状は図20に示すように同じである。そこで、ある1つの媒体(ディスク)について測定した各区画毎のポジション感度を各ファイル装置に記憶しておく。そして、対象ファイル装置の所定区画におけるポジション感度を測定し、測定したポジション感度と記憶してある前記区画のポジション感度の差を演算する。しかる後、記憶してある他の区画のポジション感度を該差分平行移動して対象ファイル装置の各区画におけるポジション感度を求めるようにする。このようにすれば、1箇所のポジション感度の決定動作を行うだけで、全区画のポジション感度が決定できる。以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は請求の範囲に記載した本発明の主旨に従い種々の変形が可能であり、本発明はこれらを排除するものではない。

【0064】

【発明の効果】以上本発明によれば、信号PosN、PosQの絶対値の大小、信号PosN、PosQの符号、トラック番号及び該トラック番号の誤読み取りを考慮してヘッドの位置信号を復調するようにしたから、トラック番号を読み誤っても正しく位置信号を発生することができ、又、位置信号発生用の論理を簡単にしてメモリの節約ができる。更に、信号PosN及び信号PosQにポジション感度を乗算して補正した値を用いて位置信号を発生すれば、位置決め精度を向上することができる。本発明によれば、信号PosN、PosQの和信号(PosN+PosQ)及び又は差信号(PosN-PosQ)を発生し、和信号及び差信号の少なくとも一方の信号を用いて信号PosN、PosQの絶対値が等しくなるトラック上の地点にヘッドを位置決めし、その時の信号PosN、PosQの絶対値の和信号

$$|PosN| + |PosQ|$$

を測定し、該測定値が設定値となるようにポジション感度を決定するようにしたから、正確にポジション感度を決定でき、従って、位置決め精度の向上を図ることができる。

【0065】本発明によれば、信号PosN及び信号PosQの一方が飽和する地点にヘッドを位置決めした時の飽和電圧を測定しておき、信号PosN、PosQの絶対値が等しくなるトラック上の地点にヘッドを位置決めしたときの信号PosNまたは信号PosQの絶対値が前記飽和電圧に略等しいか調べ、略等しい場合には、その時の信号PosN、PosQの絶対値の和信号

$|PosN| + |PosQ|$

をポジション感度の決定に使用しないようにしたから、信号 PosN、PosQが飽和しても飽和する付近の値を除外することにより正確にポジション感度を決定することができる。

【0066】本発明によれば、ポジション感度の決定処理と並行して、信号 PosN、PosQ及びトラック番号を用いて位置信号を発生する処理を行なうようにしたから、衝撃等によりヘッド位置が飽和領域に移動したり、対象トラックをはずれた場合であっても、該位置信号によりヘッドを所期の位置に位置決めして、引き続きポジション感度の決定処理を行なうことができる。本発明によれば、ゲイン変動に対して安定に動作するようにファイル装置のヘッド位置制御系を構成してポジション感度の決定を行ない、ポジション感度決定後に実際のヘッド位置制御系に戻すようにしたから、ポジション感度決定制御中にゲインが大幅に変動する事態が生じてもポジション感度決定の制御を継続することができる。

【0067】本発明によれば、決定したポジション感度を電源を切断しても記憶状態を保持する固定記憶部に記憶し、ファイル装置の起動時に該ポジション感度を読み出して信号 PosN及び信号 PosQを補正するようにしたから、一度ポジション感度を決定しまえば、以後、ポジション感度を決定する制御を省略することができる。本発明によれば、トラックを複数の区画に分割し、各区画毎にポジション感度を測定して記憶し、トラック位置に応じたポジション感度を用いて信号 PosN及び信号 PosQを補正するようにしたから、ヘッド位置に応じたポジション感度を用いて信号 PosN、PosQの補正ができ、正確な位置制御を行なうことができる。

【0068】本発明によれば、所定の媒体について測定した各区画毎のポジション感度を記憶しておき、対象ファイル装置の所定区画におけるポジション感度を測定し、測定したポジション感度と記憶して前記区画のポジション感度の差を演算し、記憶してある他の区画のポジション感度を該差分平行移動して対象ファイル装置の各区画におけるポジション感度を求めるようにしたから、ポジション感度の決定制御を短時間で簡単に行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理説明図である。

【図2】磁気ファイル装置の構成図である。

【図3】MCUにおけるROM記憶内容説明図である。

【図4】PosN、PosQ及びオフセット信号の説明図であ

る。

【図5】位置信号復調のためのデコード表である。

【図6】PosNを使用する場合と、PosQを使用する場合のデコード表である。

【図7】図6のデコード表を更に論理圧縮したデコード表である。

【図8】ヘッド幅とコア幅の関係図である。

【図9】飽和する場合のPosN、PosQの信号説明図である。

10 【図10】PosN、PosQの合成波形図である。

【図11】ポジション感度測定時における位置決めのためのデコード表である。

【図12】ポジション感度決定の処理フローである。

【図13】飽和電圧測定処理のフローである。

【図14】偶数±0.25トラックでの $|PosN| + |PosQ|$ の測定処理のフローである。

【図15】奇数±0.25トラックでの $|PosN| + |PosQ|$ の測定処理のフローである。

【図16】位置制御系のブロック線図である。

20 【図17】一般的な制御系のブロック線図である。

【図18】オープンループの特性図である。

【図19】ディスク内外周でのポジション感度の相違説明図である。

【図20】ポジション感度とトラック位置の関係説明図である。

【図21】磁気ディスク装置の構成図である。

【図22】セクタの構成図である。

【図23】信号PosN、PosQ及び位置偏差信号の説明図である。

30 【図24】サーボ回路の構成図である。

【図25】PosN、PosQの信号波形図である。

【図26】位置信号のデコード表である。

【図27】ポジション感度のずれによる問題点説明図である。

【図28】従来のポジション感度決定の説明図である。

【図29】従来のポジション感度決定の説明図である。

【符号の説明】

41・・・ヘッド

42・・・ボイスコイルモータVCM

40 51・・・マイクロ・コントローラ・ユニットMCU

51a・・・位置信号発生部

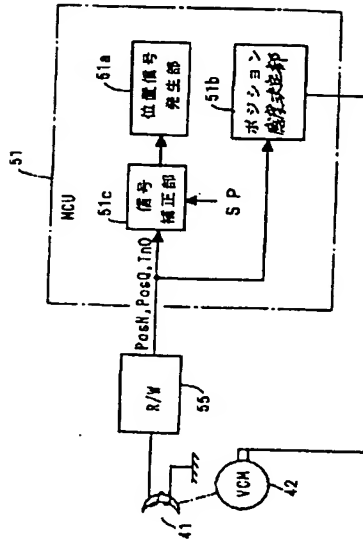
51b・・・ポジション感度決定部

51c・・・信号補正部

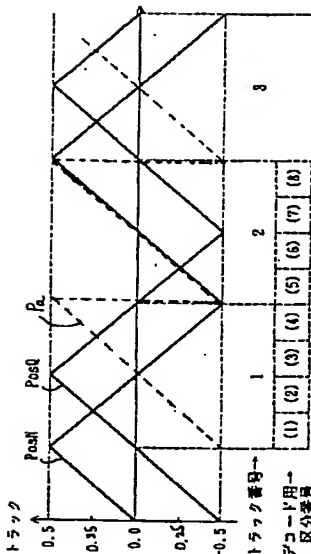
55・・・リード・ライト回路

【図1】

本発明の原理説明図

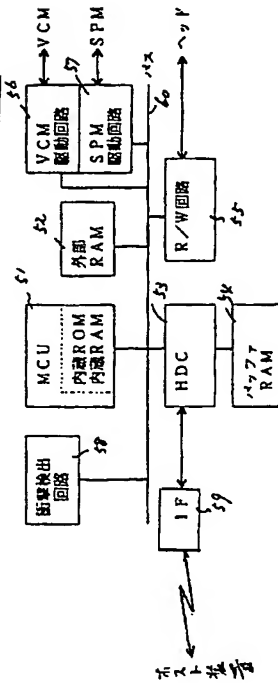


【図4】

PosN, PosQ, P₀の説明図

【図2】

磁気ヘッド駆動回路の回路構成



【図5】

位置信号補正のためのデコード表 (A)

デコード表：正常な場合

番号	N	Q	トラック	デコード
(1)	+	+	奇	$Q + \text{Track} - 0.5$
(2)	+	+	偶	$-N + \text{Track}$
(3)	-	+	奇	$-N + \text{Track}$
(4)	-	+	偶	$-Q + \text{Track} + 0.5$
(5)	-	-	奇	$-Q + \text{Track} - 0.5$
(6)	-	-	偶	$N + \text{Track}$
(7)	+	-	奇	$N + \text{Track}$
(8)	+	-	偶	$Q + \text{Track} + 0.5$

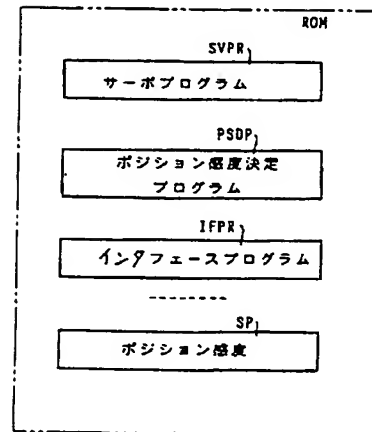
(B)

デコード表：異常な場合

番号	N	Q	トラック	デコード
(1)	+	+	偶	$Q + \text{Track} + 0.5$
(2)	+	+	奇	$-N + \text{Track} + 1.0$
(3)	-	+	偶	$-N + \text{Track} - 1.0$
(4)	-	+	奇	$-Q + \text{Track} - 0.5$
(5)	-	-	偶	$-Q + \text{Track} + 0.5$
(6)	-	-	奇	$N + \text{Track} + 1.0$
(7)	+	-	偶	$N + \text{Track} - 1.0$
(8)	+	-	奇	$Q + \text{Track} - 0.5$

【図3】

MCUにおけるROM記憶内容



【図7】

簡理圧縮したデコード表

(PosNを使う場合)

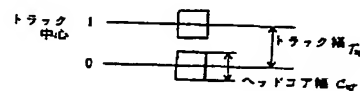
N	Q	トラック	デコード
X	+	奇	$-N + \text{Track}$
X	-	偶	$N + \text{Track}$
X	+	偶	$-N + \text{Track} + \text{sgn}(N) \neq 1.0$
X	-	奇	$N + \text{Track} - \text{sgn}(N) \neq 1.0$

(PosQを使う場合)

N	Q	トラック	デコード
+	X	偶	$Q + \text{Track} + \text{even}(\text{Track}) \neq 0.5$
-	X	奇	$-Q + \text{Track} - \text{even}(\text{Track}) \neq 0.5$

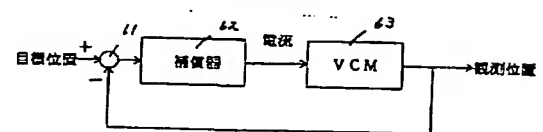
【図8】

ヘッドコア幅とトラック幅の関係

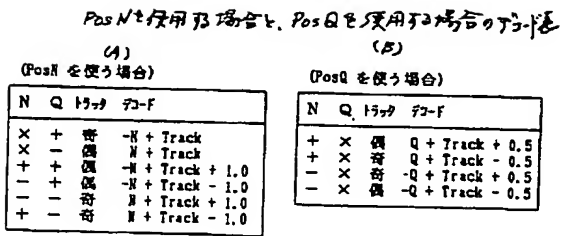


【図16】

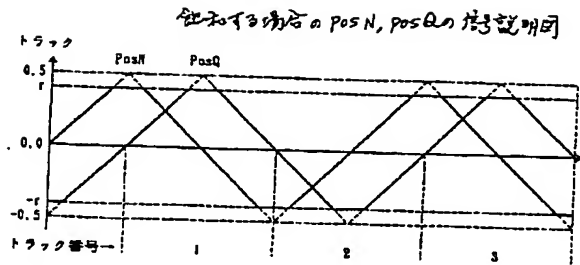
位置制御系の構成



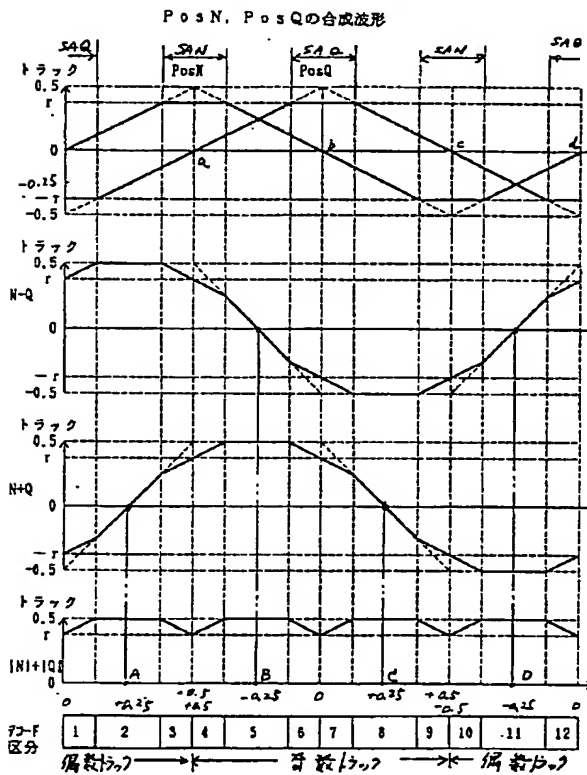
【図6】



【図9】



【図10】



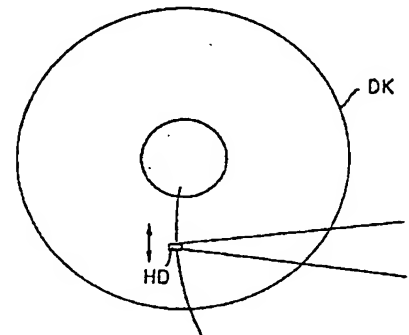
【図11】

位置決めのためのデータ

位置決めデータ	位置決めデータ	利用区間	位置決め中心位置(μm)
偶数トラック	$(N+Q)/2 - 0.75 \times T$	2	$(N+Q)/2 + 0.25$
奇数トラック	$(N-Q)/2 + 0.75 \times T$	1	$(N-Q)/2 - 0.25$
偶数トラック	$(N+Q)/2 - 0.75 \times T$	8	$(N+Q)/2 + 0.25$
奇数トラック	$(N-Q)/2 + 0.75 \times T$	5	$(N-Q)/2 - 0.25$

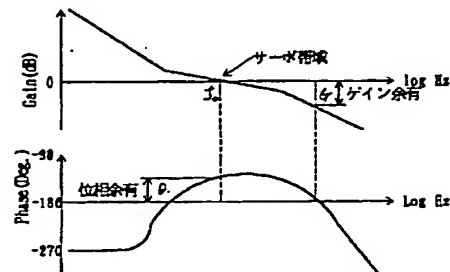
【図19】

ディスク内外周でのポジション感度の相違説明図



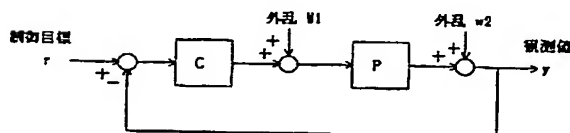
【図18】

オープンループ特性



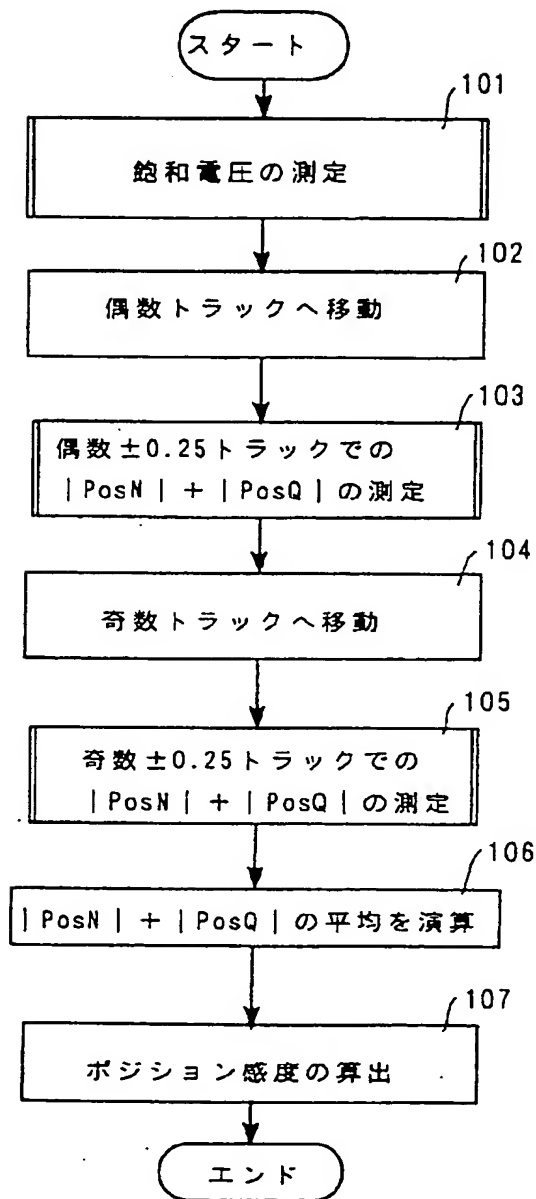
【図17】

一般的な制御系のブロック図



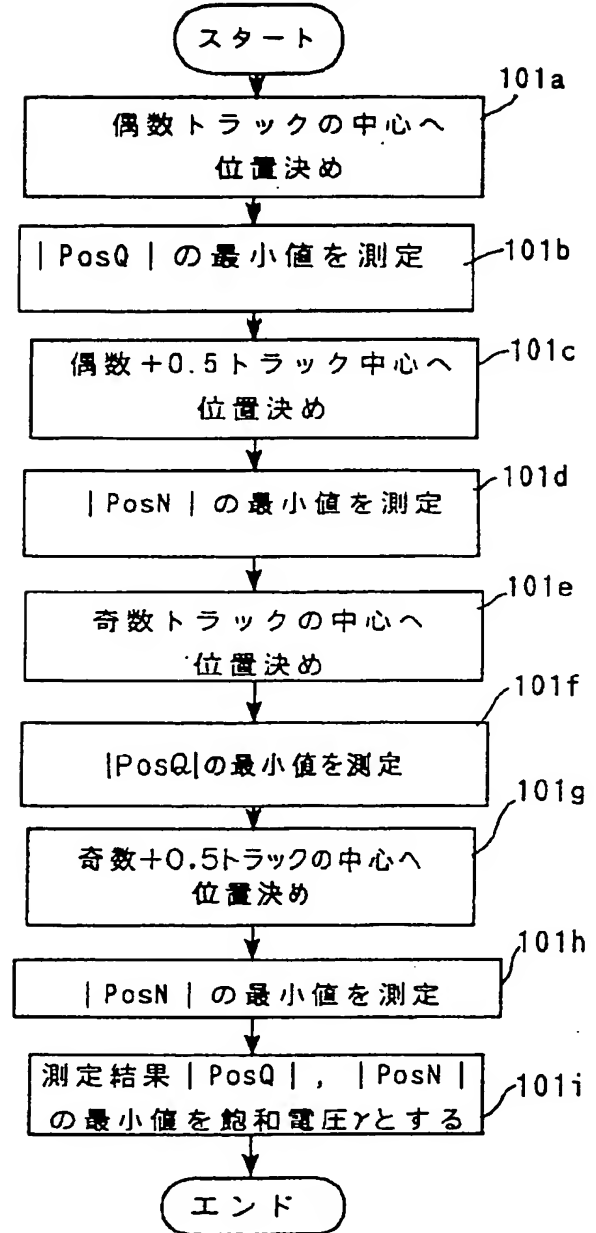
【図12】

ポジション感度決定の処理フロー

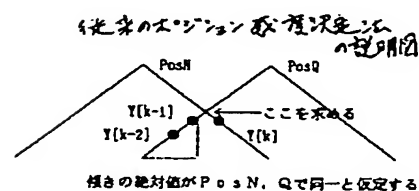


【図13】

飽和電圧測定処理

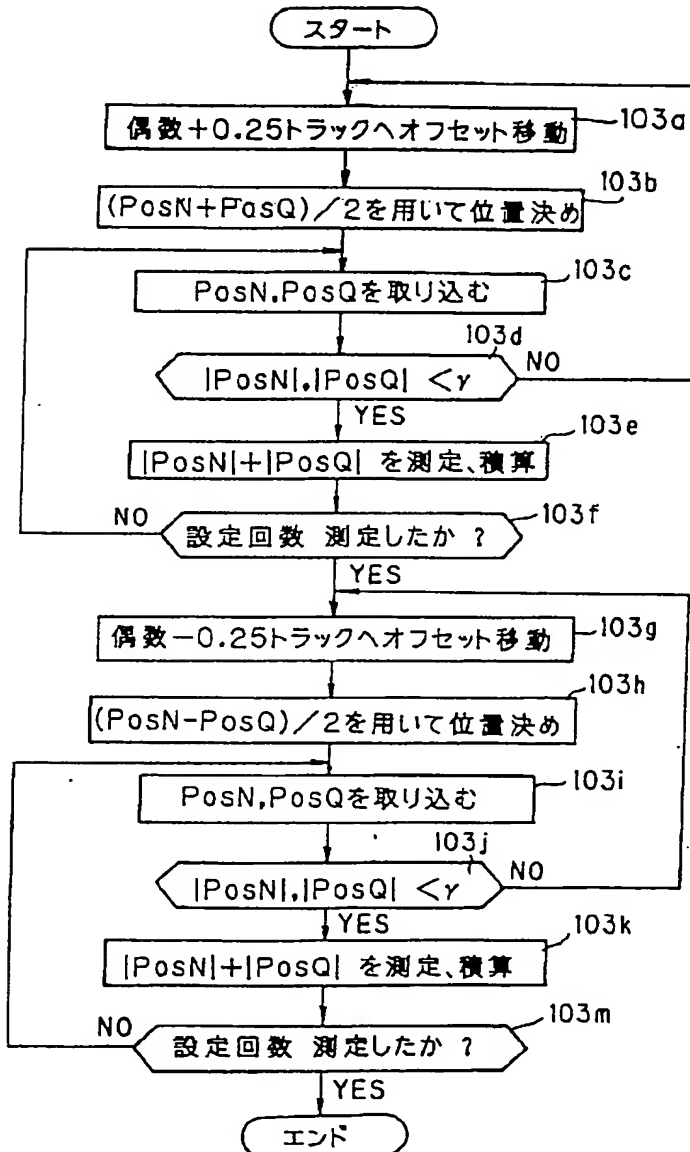


【図28】



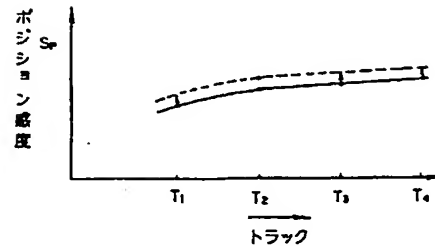
【図14】

偶数±0.25トラックでの $|PosN|+|PosQ|$ の
測定処理



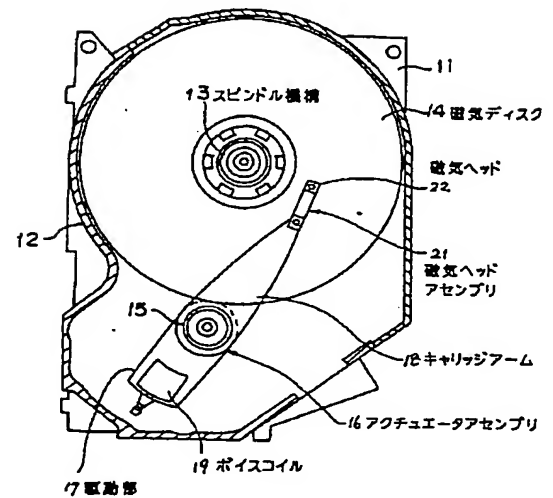
【図20】

ポジション感度とトラック位置の
関係説明図



【図21】

磁気ディスク装置の構成



【図26】

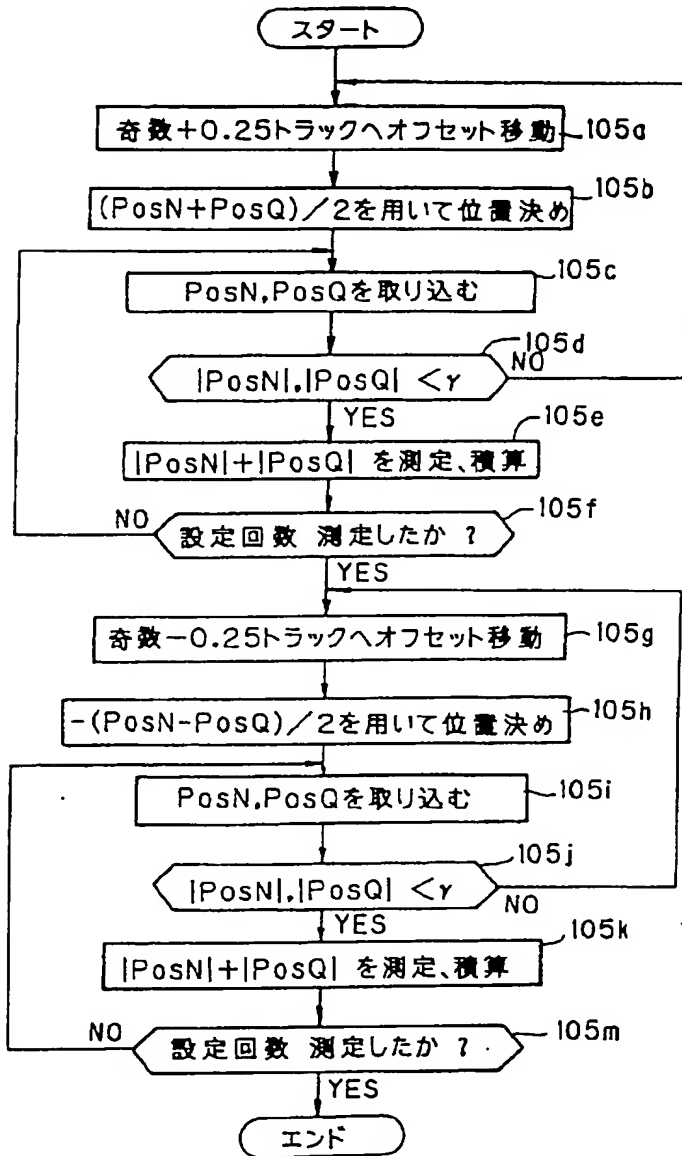
位置信号のデコード表

(デコード表: 正常な場合)

番号	N	Q	トラック	デコード
(1)	+	+	奇	$Q + \text{Track} - 0.5$
(2)	+	+	奇	$-N + \text{Track}$
(3)	-	+	奇	$-N + \text{Track}$
(4)	-	+	奇	$-Q + \text{Track} + 0.5$
(5)	-	-	偶	$-Q + \text{Track} - 0.5$
(6)	-	-	偶	$N + \text{Track}$
(7)	+	-	偶	$N + \text{Track}$
(8)	+	-	偶	$Q + \text{Track} + 0.5$

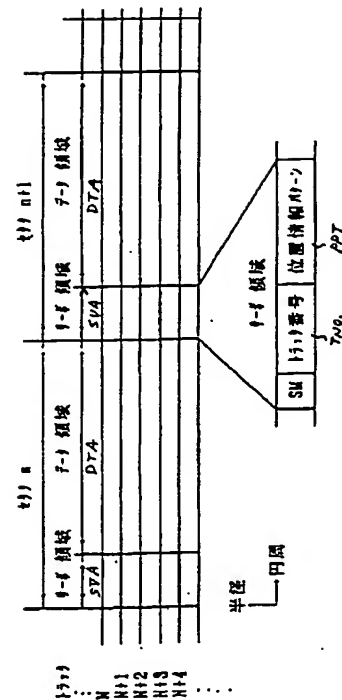
【図15】

奇数±0.25トラックでの $|PosN|+|PosQ|$ の
測定処理



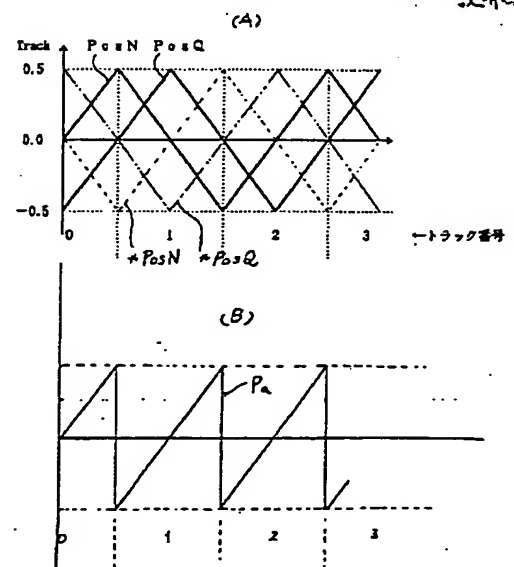
【図22】

セクタの構成図



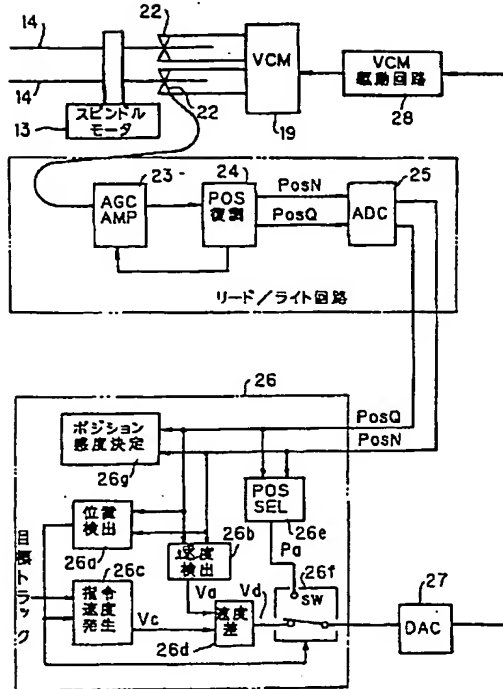
【図23】

信号 $PosN$, $PosQ$ 及び位置偏差信号の
説明図



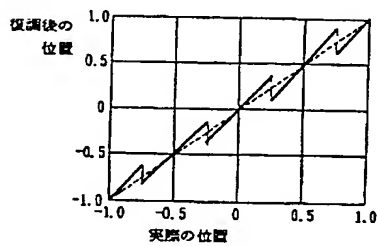
【図 24】

サーボ回路の構成図



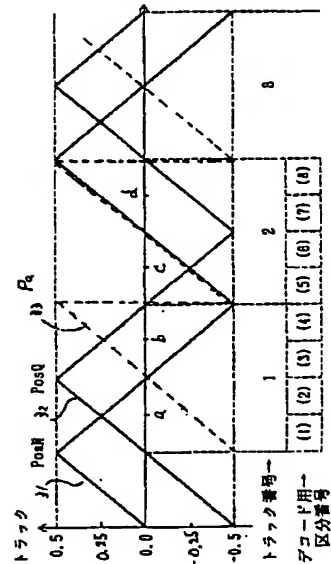
【図 27】

ポジション感度のずれ (ポジション感度が過多の場合)



【図 25】

PosN, PosQ



【図 29】

従来のポジション感度決定法の説明図

